不同补饲水平对槐树林下散养芦花蛋鸡生产性能、蛋品质、内脏器官发育及血液指标的影响

熊忙利　吴旭锦　朱小甫　张文娟　张兆顺

（咸阳职业技术学院，咸阳　712000）

摘　要：本试验旨在通过研究不同补饲水平对槐树林下散养芦花蛋鸡生产性能、蛋品质、内脏器官发育及血液指标的影响，以确定槐树林下散养芦花蛋鸡饲粮的适宜补饲水平。选取健康、产蛋性能接近的 45 周龄的芦花蛋鸡 200 只，随机分成 5 组，每组 4 个重复，每个重复 10 只鸡。将 5 组鸡只放养在槐树林下，各组补饲水平分别为自由采食试验饲粮的 60%、70%、80%、90%和 100%，补饲 100%为每天饲喂 90 g 试验饲粮。预试期 7 d，正试期 70 d。结果表明：1）补饲 60%组的产蛋率和平均蛋重显著低于其他各组（P<0.05）。2）各组之间的蛋形指数、蛋壳厚度、蛋壳强度和蛋壳比率差异不显著（P>0.05）。补饲 80%、90%和 100%组的哈氏单位显著高于补饲 60%和 70%组（P<0.05），补饲 70%组的蛋黄比率显著高于补饲 90%和 100%组（P<0.05），补饲 60%、70%和 80%组的蛋黄颜色显著高于补饲 90%和 100%组（P<0.05）。3）补饲 60%、70%组的肝脏指数和心脏指数显著低于其他各组（P<0.05），补饲 60%、70%组的肌胃指数和盲肠指数显著高于其他各组（P<0.05），补饲 80%组的腺胃指数显著高于补饲 70%、90%和 100%组（P<0.05），补饲 80%组的输卵管重量显著高于补饲 60%组（P<0.05），补饲 80%组的卵泡总数显著高于补饲 60%、70%组（P<0.05）。4）补饲 60%、70%组的血清葡萄糖含量显著低于补饲 80%、90%和 100%组（P<0.05），补饲 60%和 70%组的血清球蛋白含量显著高于补饲 80%、90%和 100%组（P<0.05），补饲 80%组的血液血红蛋白含量显著高于补饲 90%和 100%组（P<0.05），补饲 70%组的血液红细胞比容显著

收稿日期：2018-01-05

基金项目：咸阳市科学技术研究与发展计划项目(2017k02-32)

作者简介：熊忙利（1978-），男，陕西咸阳人，副教授，硕士，从事畜牧兽医专业的教学与研究工作。E-mail: 397003872@qq.com

高于补饲 80%、90%和 100%组（P<0.05）。由此可见，槐树林下散养芦花蛋鸡的适宜补饲水平为自由采食饲粮的 70%~80%。

关键词：补饲水平；林下散养；芦花蛋鸡；生产性能；蛋品质；内脏器官指数；血清生化指数

中图分类号：S831

随着人民生活水平的日渐提高，人们越来越重视食品安全，有机、绿色以及无公害的优质畜禽产品越来越受到广大消费者的青睐[1]。为了提高蛋鸡的健康状态、福利水平以及鸡蛋风味、蛋品质，生态散养蛋鸡应运而生。生态散养蛋鸡是利用果园地、山坡地、树林等环境条件进行规模化生态放养鸡只，鸡只可自由觅食到青草、昆虫、籽实、蚯蚓等野生饲料，鸡只具有活动空间大、体质健壮、抗病力强、蛋品质高等特点。因此，生态散养蛋鸡越来越受欢迎[2-3]。研究发现，生态散养蛋鸡可节省精料喂量，降低饲料成本。吴启进等[4]采用生态散养结合补饲精料的饲养模式，可减少精料喂量 30%左右。李巍等[5]研究发现，在散养条件下，不同补饲水平对河北柴鸡产蛋率、蛋重和蛋品质有极显著影响。赵晓钰等[6]报道，山地林下生态牧养条件下，蛋鸡饲粮中人工补饲对产蛋率、蛋品质和蛋中营养成分有显著影响。苏本营[7]认为，生态放养蛋鸡可节约饲料 26%。也有一些专家学者对散养蛋鸡补饲水平进行了研究[8]。然而有关不同补饲水平对槐树林下散养芦花蛋鸡生产性能、蛋品质、内脏器官发育及血液指标等全方位的研究鲜见报道，特别是在西北地区有关这类报道的研究尚存在空白。因此，本试验通过研究不同补饲水平对槐树林下散养芦花蛋鸡生产性能、蛋品质、内脏器官发育及血液指标的影响，旨在确定槐树林下散养芦花蛋鸡饲粮的适宜补饲水平，为林下散养蛋鸡的发展提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验采用单因子随机区组试验设计。随机选取 45 周龄体质健壮、体重接近且产蛋性能基本一致的芦花蛋鸡 200 只，随机分成 5 组，每组 4 个重复，每个重复 10 只鸡。各组补饲水平分别为自由采食试验饲粮的 60%、70%、80%、90%和 100%，补饲 100%为每天饲喂 90 g 试验饲粮。

1.2　试验饲粮

试验蛋鸡补饲精料参照 NRC（1994）产蛋鸡饲养标准并根据芦花鸡实际需要进行配制，试验饲粮组成及营养水平见表 1。

表 1　试验饲粮组成及营养水平（干物质基础）

Table 1　Composition and nutrient levels of the experiment diet (DM basis)　　%

项目 Items	含量 Content
原料 Ingredients	
玉米 Corn	66.64
豆粕 Soybean meal	21.66
麸皮 Wheat bran	1.90
石粉 Limestone	1.08
贝壳粉 Conch meal	6.70
碳酸氢钙 $CaHCO_3$	1.30
食盐 NaCl	0.30
蛋氨酸 Met	0.12
氯化胆碱 Choline chloride	0.17
预混料 Premix	0.13
合计 Total	100.00
营养水平 Nutrient levels	
代谢能 ME/(MJ/kg)	11.31
粗蛋白质 CP	15.64
钙 Ca	3.10
有效磷 AP	0.42
蛋氨酸 Met	0.37
赖氨酸 Lys	0.75

每千克预混料含 Per kilogram the premix content the following：VB_1 4.5 mg，VB_2 4.3 mg，VB_3 5.3 mg，VB_{12} 0.03 mg，VA 7 715 IU，VD_3 3 125 IU，VE 15 IU，VK 2 mg，烟酸 nicotinic acid 12 mg，生物素 biotin 1.5 mg，泛酸 pantothenic acid 11 mg，Fe 35 mg，Cu 8 mg，Zn 55 mg，Mn 75 mg，Se 0.2 mg，I 1 mg。

1.3　饲养管理

试验于 2017 年 5 月—2017 年 7 月在陕西省咸阳市永寿县的槐树林下进行。将试验鸡只

放养在槐树林下，放养密度为 6.67 m^2/只，重复之间用 3 m 高的网隔开，试验各组早晚分别饲喂对应补饲量的 1/2，自由饮水，自由采食槐树林下食材。每天自然光照加人工补充光照达到 16 h。饲养管理按常规进行。预试期 7 d，各组供给 100%试验饲粮；正试期 70 d，各组按照补饲试验饲粮比例饲喂。

1.4　测定指标和方法

1.4.1　生产性能

试验期内每天准确记录各补饲组芦花蛋鸡只的产蛋数量和鸡蛋重量。每周（7 d）计算出鸡只的产蛋率、平均蛋重和实际饲料消耗量等数据。平均蛋重为各重复所有鸡蛋的平均重量。

产蛋率（%）=[产蛋总数/（测试鸡数×试验时间）]×100；

料蛋比=饲料消耗量/总产蛋重量。

1.4.2　蛋品质

正试期第 42 天，每个重复随机抽取 6 枚鸡蛋，保存于 4 ℃冰箱，进行鸡蛋品质测定。蛋形指数为蛋的纵径与蛋的横径比值；蛋壳强度用蛋壳强度测定仪测定（以色列 ORKA 公司生产）；蛋壳、蛋黄比率分别为蛋壳、蛋黄与蛋重的比值；蛋壳厚度用蛋壳厚度测定仪测定（以色列 ORKA 公司生产）；哈氏单位用 EMT-7300 蛋品测定系统测定。

1.4.3　内脏器官指数和繁殖系统指标

内脏器官指数为内脏器官的重量与体重的比值。其中内脏器官是指肌胃、腺胃、十二指肠、空肠、回肠、盲肠、直肠、肝脏、脾脏和心脏等器官。测定各试验组鸡只输卵管重量、长度，卵巢重量、卵泡重量及卵泡总数（统计直径大于 2 mm 以上的卵泡总数）。

1.4.4　血清生化指标和血常规指标

采集翅静脉血液 4 mL，静置 3 h 待血液凝固后，3 000 r/min 离心 15 min，收集血清于 -20 ℃保存，使用 AU2700 型，Beekman Coulter Olympus 全自动生化分析仪进行总蛋白、白

蛋白、球蛋白、葡萄糖、高密度脂蛋白、低密度脂蛋白和甘油三酯等血清生化指标测定。同时采集翅静脉血液 4 mL 加抗凝剂，使用 XE2100 型（Sxsmtx 公司）的全自动血液分析仪进行血常规指标测定，测定白细胞数量、红细胞数量、血红蛋白含量、红细胞比容、平均红细胞体积、平均血红蛋白浓度以及平均血红蛋白含量。

1.5　数据处理

试验数据采用 SPSS 15.0 统计软件进行分析，采用最小显著极差法（LSD）进行多重比较，结果以平均值±标准差形式表示，采用 *t* 检验法进行显著性检验，以 $P<0.05$ 为差异显著。

2　结　果

2.1　不同补饲水平对槐树林下散养芦花蛋鸡生产性能的影响

由表 2 可知，随着试验饲粮补饲水平的增加，林下散养芦花蛋鸡的产蛋率、平均蛋重均呈现上升趋势。补饲 60%组的产蛋率比补饲 70%、80%、90%和 100%组分别低 26.00%、27.49%、29.30%、33.00%（$P<0.05$）。补饲 60%组的平均蛋重比补饲 70%、80%、90%和 100%组分别低 12.61%、14.49%、14.93%、16.59%（$P<0.05$）。补饲 70%、80%、90%和 100%组之间的产蛋率和平均蛋重差异不显著（$P>0.05$），各组之间的料蛋比差异不显著（$P>0.05$）。

表 2　不同补饲水平对槐树林下散养芦花蛋鸡生产性能的影响

Table 2　Effects of different supplementary feeding levels on performance of free range barred *Luhua* laying hens in *Sophora japonica* grove

项目 Items	不同补饲水平 Different supplementary feeding levels/%				
	60	70	80	90	100
产蛋率 Laying rate/%	34.72±6.06[a]	46.92±3.41[b]	47.88±4.55[b]	49.11±2.93[b]	51.82±3.03[b]
平均蛋重 Average egg weight/g	35.89±0.81[a]	41.07±1.12[b]	41.97±1.03[b]	42.19±0.94[b]	43.03±1.34[b]
料蛋比 Feed/egg	3.44±0.42	3.87±0.32	3.61±0.40	3.65±0.35	3.67±0.35

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著（$P<0.05$），相同或无字母表示差异不显著（$P>0.05$）。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference ($P<0.05$), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference ($P>0.05$). The same as below.

2.2　不同补饲水平对槐树林下散养芦花蛋鸡蛋品质的影响

由表 3 可知，各组之间的蛋形指数、蛋壳厚度、蛋壳强度和蛋壳比率差异不显著（$P>0.05$）。补饲 80%组的哈氏单位最高，且补饲 80%组的哈氏单位比补饲 60%、70%组高 8.31%、5.32%（$P<0.05$），补饲 80%、90%、100%组之间的哈氏单位差异不显著（$P>0.05$）。补饲 70%组的蛋黄比率和蛋黄颜色最大，补饲 70%组的蛋黄比率比补饲 90%、100%组高 7.96%、11.11%（$P<0.05$），补饲 70%组的蛋黄颜色比补饲 90%、100%组高 25.19%、21.33%（$P<0.05$），补饲 60%、70%、80%组之间的蛋黄比率和蛋黄颜色差异不显著（$P>0.05$）。

表 3　不同补饲水平对槐树林下散养芦花蛋鸡蛋品质的影响

Table 3　Effects of different supplementary feeding levels on egg quality of free range barred *Luhua* laying hens in *Sophora japonica* grove

项目 Items	不同补饲水平 Different supplementary feeding levels/%				
	60	70	80	90	100
蛋形指数 Egg shape index	1.38±0.05	1.40±0.04	1.42±0.08	1.39±0.08	1.36±0.04
蛋壳强度 Eggshell strength/(kg/cm^2)	2.97±0.31	3.02±0.35	3.21±0.34	3.17±0.36	3.29±0.30
蛋壳比率 Ratio of eggshell/%	9.97±0.81	10.12±0.61	10.40±0.96	10.11±0.49	10.21±0.82
蛋壳厚度 Eggshell thickness/mm	0.36±0.02	0.36±0.04	0.34±0.03	0.35±0.01	0.35±0.02
蛋黄比率 Ratio of yolk/%	37.50±4.38^{ab}	39.21±5.48^{b}	37.53±4.43^{ab}	36.32±4.13^{a}	35.29±4.09^{a}
蛋黄颜色 Yolk color	9.56±0.47^{a}	9.84±0.49^{a}	9.22±0.47^{a}	7.86±0.50^{b}	8.11±0.42^{b}
哈氏单位 Haugh unit	70.05±2.90^{a}	72.04±3.23^{a}	75.87±4.43^{b}	73.05±3.72^{b}	74.84±3.51^{b}

2.3　不同补饲水平对槐树林下散养芦花蛋鸡内脏器官指数和繁殖系统的影响

由表 4 可知，补饲 70%组的肝脏指数最小，补饲 70%组的肝脏指数比补饲 80%、90%、100%组低 24.79%、28.27%、28.48%（$P<0.05$）。补饲 60%组的心脏指数最小，补饲 60%组

的心脏指数比补饲 80%、90%、100%组低 15.55%、16.32%、14.15%（*P*<0.05）。此外，补饲 70%组的肌胃指数和盲肠指数最大，补饲 70%组的肌胃指数比补饲 80%、90%、100%组高 12.18%、24.67%、25.73%（*P*<0.05），补饲 70%组的盲肠指数比补饲 80%、90%、100%组高 57.14%、72.33%、76.28%（*P*<0.05）。补饲 80%组的腺胃指数比补饲 70%、90%、100%组高 27.84%、35.83%、31.89%（*P*<0.05）。各组之间的十二指肠指数、空肠指数、回肠指数、直肠指数和脾脏指数无显著差异（*P*>0.05）。

补饲 80%组的输卵管重量最大，补饲 80%组的输卵管重量比补饲 60%组高 75.21%（*P*<0.05），补饲 70%、80%、90%、100%组之间的输卵管重量差异不显著（*P*>0.05）。补饲 80%组的卵泡总数最多，补饲 80%组的卵泡总数比补饲 60%、70%组高 29.52%、30.97%（*P*<0.05），补饲 80%、90%、100%组之间的卵泡总数差异不显著（*P*>0.05）。各组之间的输卵管长度、卵巢重量、卵泡重量无显著差异（*P*>0.05）。

表 4　不同补饲水平对槐树林下散养芦花蛋鸡内脏器官指数和繁殖系统的影响

Table 4　Effects of different supplementary feeding levels on visceral organ indexes and reproductive system of free range barred *Luhua* laying hens in *Sophora japonica* grove

项目 Items	不同补饲水平 Different supplementary feeding levels/%				
	60	70	80	90	100
肌胃指数 Gizzard index/(g/kg)	17.55±2.15[a]	17.69±2.16[a]	15.77±1.88[b]	14.19±1.31[b]	14.07±1.28[b]
腺胃指数 Proventriculus index/(g/kg)	2.78±0.21[ab]	2.55±0.20[a]	3.26±0.24[b]	2.40±0.17[a]	2.47±0.24[a]
十二指肠指 Duodenum index/(g/kg)	3.90±0.25	3.55±0.21	3.91±0.29	3.32±0.19	3.55±0.21
空肠指数 Jejunum index/(g/kg)	5.61±0.22	4.95±0.19	5.77±0.25	4.49±0.18	5.16±0.24
回肠指数 Ileum index/(g/kg)	4.85±0.20	4.70±0.20	4.50±0.21	4.39±0.19	4.26±0.18
盲肠指数 Cecum index/(g/kg)	2.69±0.11[a]	2.75±0.13[a]	1.75±0.12[b]	1.59±0.09[b]	1.56±0.10[b]
直肠指数 Rectum index/(g/kg)	2.25±0.11	2.20±0.10	2.05±0.09	2.23±0.11	1.99±0.12

肝脏指数 Liver index/(g/kg)	12.75±0.81[a]	11.80±0.90[a]	15.69±3.01[b]	16.45±3.12[b]	16.50±3.31[b]
脾脏指数 Spleen index/(g/kg)	1.12±0.51	1.23±0.50	1.27±0.53	1.07±0.47	0.93±0.37
心脏指数 Heart index/(g/kg)	3.64±0.20[a]	3.70±0.19[a]	4.31±0.27[b]	4.35±0.26[b]	4.24±0.22[b]
输卵管重量 Oviduct weight/g	20.73±2.20[a]	31.85±2.22[ab]	36.32±2.26[b]	28.71±2.22[ab]	27.12±2.21[ab]
输卵管长度 Oviduct length/cm	45.98±2.60	48.93±2.61	54.03±2.70	50.26±2.67	49.01±2.65
卵巢重量 Ovarium weight/g	2.96±0.37	4.98±0.50	4.45±0.49	3.43±0.45	3.58±0.42
卵泡重量 Follicle weight/g	18.98±8.21	20.25±8.42	22.02±8.45	21.04±8.41	17.35±8.24
卵泡总数 Follicle total number/个	27.1±1.21[a]	26.8±1.26[a]	35.1±1.20[b]	33.5±1.24[b]	32.7±1.21[b]

2.4 不同补饲水平对槐树林下散养芦花蛋鸡血液生化指标和血常规指标的影响

由表 5 可知，补饲 60%组的血清葡萄糖含量最低，且补饲 60%组的血清葡萄糖含量比补饲 80%、90%、100%组低 30.65%、29.31%、30.98%（$P<0.05$），补饲 60%和 70%组之间差异不显著（$P>0.05$）。补饲 70%组的球蛋白含量最高，且补饲 70%组的球蛋白含量比补饲 80%、90%、100%组高 43.25%、50.08%、58.71%（$P<0.05$），补饲 60%和 70%组之间差异不显著（$P>0.05$）。各组之间的血清总蛋白、白蛋白、甘油三酯、高密度脂蛋白和低密度脂蛋白含量无显著差异（$P>0.05$）。

表 5 不同补饲水平对槐树林下散养芦花蛋鸡血清生化指标的影响

Table 5 Effects of different supplementary feeding levels on serum biochemical parameters of free range laying barred *Luhua* laying hens in *Sophora japonica* grove

项目	不同补饲水平 Different supplementary feeding levels/%				
Items	60	70	80	90	100
总蛋白 TP/(g/L)	48.80±3.37	48.60±3.35	48.12±3.12	45.15±3.08	46.47±3.21
白蛋白 ALB/(g/L)	16.72±1.91	16.34±1.81	16.08±1.77	16.98±1.95	16.38±1.82
球蛋白 GLB/(g/L)	26.99±4.01[a]	28.98±4.23[a]	20.23±4.11[b]	19.31±4.21[b]	18.26±4.05[b]
葡萄糖 GLU/(mmol/L)	9.89±1.93[a]	9.95±2.71[a]	14.26±0.93[b]	13.99±0.85[b]	14.33±0.96[b]

甘油三酯 TG/(mmol/L)	3.73±1.15	3.92±1.17	4.03±1.15	4.25±1.20	4.66±1.27
高密度脂蛋白 HDL/(mmol/L)	1.92±0.51	1.96±0.55	1.45±0.49	1.50±0.37	1.83±0.47
低密度脂蛋白 LDL/(mmol/L)	0.88±0.25	1.39±0.29	0.93±0.26	0.81±0.26	1.12±0.31

由表 6 可知，补饲 80%组的血红蛋白含量最高，且补饲 80%组的血红蛋白含量比补饲 90%、100%组高 15.11%、26.17%（P<0.05）。补饲 70%组的红细胞比容最大，且补饲 70%组的红细胞比容比补饲 80%、90%、100%组高 17.99%、21.09%、26.87%（P<0.05）。各组之间的白细胞数量、红细胞数量、平均红细胞体积、平均血红蛋白含量、平均血红蛋白浓度无显著差异（P>0.05）。

表 6 不同补饲水平对槐树林下散养芦花蛋鸡血常规指标的影响

Table 6 Effects of different supplementary feeding levels on routine blood parameters of free range laying barred *Luhua* laying hens in *Sophora japonica* grove

项目 Items	不同补饲水平 Different supplementary feeding levels/% 60	70	80	90	100
白细胞数量 WBC($\times 10^9$ L^{-1})	329.6±45.12	322.5±44.23	323.5±45.03	332.6±44.85	317.3±43.85
红细胞数量 RBC($\times 10^{12}$ L^{-1})	2.56±0.36	2.61±0.37	2.60±0.37	2.59±0.38	2.35±0.35
血红蛋白含量 HGB content/(g/L)	90.05±8.10[a]	90.24±8.13[a]	91.35±8.21[a]	79.36±8.85[b]	72.40±10.14[b]
红细胞比容 HCT/%	30.03±2.59[a]	31.87±2.62[a]	27.01±3.52[b]	26.32±3.47[b]	25.12±3.58[b]
平均红细胞体积 MCV/fL	118.54±8.12	119.26±8.21	115.31±5.52	114.53±5.45	112.98±5.04
平均血红蛋白含量 MCH/pg	32.85±2.87	33.28±3.01	31.05±2.95	31.79±2.86	30.78±3.12
平均血红蛋白浓度 MCHC/(g/L)	283.56±14.26	285.26±12.12	282.19±13.98	284.45±14.02	280.51±13.24

3 讨 论

3.1 不同补饲水平对槐树林下散养芦花蛋鸡生产性能的影响

Golden 等[9]报道，散养蛋鸡的总产蛋量和 A 级蛋均显著低于笼养鸡。杨玉等[10]研究表明，散养蛋鸡在相同放养密度下，补饲 70%组的蛋重与产蛋率明显高于补饲 50%组。王健等[11]研究发现，散养蛋鸡产蛋率随着补饲精料水平的降低呈现先高后降的趋势，补饲 80%组产蛋率显著高于补饲 60%、70%组和对照组。葛剑等[12]研究发现，随着补饲水平的增加，河北柴鸡的产蛋性能（产蛋率、只日产蛋量）逐步增加。杨海明等[13]研究发现，海兰鸡散养的产蛋率极显著低于笼养鸡。本研究结果与上述报道有相似之处，随着补饲水平的增加，散养蛋鸡的产蛋率、平均蛋重呈上升趋势，说明营养物质（能量、蛋白质、维生素以及矿物质等）水平对产蛋率和平均蛋重起决定性作用，营养物质水平越高，产蛋率和平均蛋重越高。

3.2 不同补饲水平对槐树林下散养芦花蛋鸡蛋品质的影响

不同补饲水平对林下散养蛋鸡蛋形指数、蛋壳厚度、蛋壳强度和蛋壳比率无显著影响，其原因可能是蛋形指数受遗传因素影响较大，受营养物质因素影响较小。散养蛋鸡自由采食青草、槐树叶、槐树花、昆虫以及土壤中的矿物质可能弥补了不同补饲水平造成的钙、磷摄入量的差异，结果是各补饲组间蛋壳厚度、蛋壳强度和蛋壳比率差异不显著。这与李巍等[5]结论相似。

饲粮中叶黄素和类胡萝卜素是决定蛋黄颜色的主要因素[14]，青绿饲料中含有大量的叶黄素和类胡萝卜素等天然色素，有利于蛋黄着色和提高蛋黄比率[15-16]。李巍等[5]研究发现，在散养条件下，降低柴鸡补饲量可显著提高蛋黄比率和蛋黄颜色。本试验结果表明，蛋黄颜色和蛋黄比率随着补饲水平的降低呈现升高趋势，以补饲 70%组的效果最优，这与上述报道基本一致，可能是槐花中含有的天然黄色素、维生素 A 等物质影响了蛋黄颜色和蛋黄比率，具体原因需要进一步研究。

目前，关于散养蛋鸡哈氏单位研究的报道较多，但研究结果不尽相同[17-19]。顾荣等[17]

研究发现，散养蛋鸡哈氏单位显著高于笼养鸡。苏世广等[18]认为，林地放养蛋鸡哈氏单位极显著高于平养。李巍[16]研究补饲量对山场放养河北柴鸡的生产性能和蛋品质的影响，发现营养水平对哈氏单位有显著影响。本试验结果与李巍[16]的报道一致，说明饲粮中补饲精料水平越高，鸡蛋中蛋白质含量升高，蛋白高度亦随着升高，而哈氏单位大小与蛋白高度呈正相关，结果是哈氏单位值增大。

3.3　不同补饲水平对槐树林下散养芦花蛋鸡内脏器官指数和繁殖系统的影响

内脏器官指数既能反映鸡只生长发育的优劣，也能反映鸡只对环境适应能力的强弱[19]。关于不同补饲水平对内脏器官研究的报道较少，Hetland 等[20]和 Steenfeldt[21]报道，砂砾和青草能刺激肌胃和腺胃发育。许月英等[22]研究发现，散养蛋鸡肌胃、腺胃、肝脏的相对重量显著高于笼养蛋鸡。本试验结果发现，补饲 70%组的肌胃指数和盲肠指数最优，补饲 80%组的腺胃指数最优，这可能是鸡只摄入 70%~80%的饲粮不能完全满足营养物质需求，鸡只在槐树林下采食了砂砾、土粒等硬性物质和槐树花叶、青草等粗纤维，其中硬性物质促进腺胃分泌胃酸，进而促进了腺胃发育，粗纤维能够促进肌胃和盲肠的发育。而随着补饲水平降低，肝脏指数、心脏指数呈现下降趋势，可能是由于补饲量减少，处于饥饿状态的散养蛋鸡四处寻找食物，自由活动量增大，导致过多的消耗体内养分，进而影响了肝脏和心脏发育，这可能会降低脂肪肝和心脏疾病发生，还有待于进一步深入研究。补饲 80%组的输卵管重量最大和卵泡总数最多，说明补饲 80%组饲料对芦花蛋鸡繁殖系统最好，这应该是适宜补饲水平的鸡只外出四处觅食产生了一系列的生理反应有关，这与王健等[11]报道一致。

3.4　不同补饲水平对槐树林下散养芦花蛋鸡血清生化指标和血常规指标的影响

Küçükyilmaz 等[23]报道，蛋鸡散养有利于提高鸡只血清新城疫抗体，增强抗病力。本试验结果表明，补饲 70%组的血清球蛋白含量和红细胞比容最高，补饲 80%组的血红蛋白含量最高，这应该是由于散养芦花蛋鸡活动量大，觅食种类广，自身免疫力增强，进而提高了血清球蛋白、血红蛋白的含量和红细胞比容。Kyawczyk 等[24]研究发现，蛋鸡散养可影响血

清甘油三酯含量。本试验结果发现，补饲 70%组的血清葡萄糖含量显著低于其他各组，血清甘油三酯含量随着补饲水平降低而下降，这应该与鸡只运动量大小有关。当补饲水平下降时，散养鸡只四处觅食，运动量加大，有利于血清葡萄糖和甘油三酯含量的下降，而血清葡萄糖和甘油三酯含量的下降很可能是肝脏指数下降和脂肪肝减轻的主要原因，然而具体原因还有待于进一步深入研究。同时，不同补饲水平对槐树林下散养芦花蛋鸡血清生化指标影响较小的原因可能与槐花的营养价值有关，还需要进一步深入研究。

4 结 论

槐树林下散养芦花蛋鸡的适宜补饲水平为自由采食饲粮的 70%~80%。

参考文献：

[1] 吕进宏.不同饲养方式和营养水平对北京油鸡生长性能和肉质的影响[D].硕士毕业论文.武汉:华中农业大学,2005.
[2] 田磊,徐延生,雷雪芹,等.饲养方式对卢氏绿壳蛋鸡生产性能和经济效益的影响[J].家畜生态学报,2012,33(3):90–92.
[3] 赵晓钰,刘龙,许殿明,等.三种饲养模式下“农大 3 号”蛋鸡产蛋高峰期生产性能比较[J].中国家禽,2012,34(13):23–26.
[4] 吴启进,陶宇航.林下种草牧鸡是生产有机肉鸡的最佳方式[J].中国家禽,2006,28(4):29–31.
[5] 李巍,黄仁录,王海春.补饲量对山场放养河北柴鸡生产性能及蛋品质的影响[J].河北农业大学学报,2005,28(4):97–100.
[6] 赵晓钰,张学刚,林洋,等.山地林下生态牧养蛋鸡日粮中人工补料添加量的研究[J].中国家禽,2011,33(24):12–15.
[7] 苏本营.沙地草地散养柴鸡取食规律及其对草地生产力影响研究[D].硕士毕业论文.泰安:山东农业大学,2011:51.
[8] 李平,穆淑琴,李鹏,等.林下散养蛋鸡养殖技术研究进展[J].家禽科学,2013(3):49–52.
[9] GOLDEN J B,ARBONA D V,ANDERSON K E.A comparative examination of rearing parameters and layer production performance for brown egg-type pullets grown for either free-range or cage production[J].The Journal of Applied Poultry Research,2012,21(1):95–102.
[10] 杨玉,孙宝盛,孙熠,等.放养条件下密度和补饲量对蛋鸡生产性能及蛋黄胆固醇含量的影响[J].中国生态农业学报,2014,22(12):1453–1459.
[11] 王健,杨芷,侯庆永,等.不同补饲量对林下散养蛋鸡产蛋性能、蛋品质及繁殖器官的影响[J],江苏农业科学,2014,42(12):240–242.
[12] 葛剑,谷子林,李英,等.不同补饲量对河北柴鸡产蛋末期生产性能、经济效益和蛋品质的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2005(10):27–28.
[13] 杨海明,曹玉娟,朱晓春,等.散养对产蛋鸡生产性能、蛋品质及繁殖系统发育的影响[J].动物营养学报,2013,25(8):1866–1871.
[14] 程忠刚,林映才,郑黎.肉鸡皮脂和蛋鸡蛋黄着色研究进展[J].中国饲料,2001(4):5–7.

[15] 李士平.蛋黄着色影响因素及着色剂的研究[D].硕士学位论文.哈尔滨:东北农业大学,2000.
[16] 李巍.补饲量对山场放养河北柴鸡的生产性能和蛋品质的影响[D].硕士毕业论文.保定:河北农业大学,2004.
[17] 顾荣,王克华,施寿荣,等.不同饲养方式对蛋鸡生产性能和蛋品质的影响[J].家禽科学,2010(8):10–12.
[18] 苏世广,吴义景,李俊营,等.不同饲养方式对淮南麻黄鸡蛋品质的影响[J].安徽农业科学,2011,39(21):12866–12867.
[19] 王健,杨芷,张德才,等.不同补饲量对林下散养蛋鸡内脏器官、血常规及血清生化指标的影响[J].中国家禽,2014,36(23):33–36.
[20] HETLAND H,SVIHUS B,KROGDAHL Å.Effects of oat hulls and wood shavings on digestion in broilers and layers fed diets based in whole or ground wheat[J].British Poultry Science,2003,44(2):275–282.
[21] STEENFELDT S,KJAER J B,ENGBERG R M.Effect of feeding silages or carrots as supplements to laying hens on production performance,nutrient digestibility,gut structure,gut microflora and feather pecking behavior[J].British Poultry Science,2007,48(4):454–468.
[22] 许月英,钱坤,苏世广,等.饲养方式对淮南麻黄鸡屠宰性能和肉质的影响[J].安徽农业科学,2012,40(32):15741–15743.
[23] KÜÇÜKYILMAZ K,BOZKURT M,HERKEN E N,et al.Effects of rearing systems on performance,egg characteristics and immune response in two layer hen genotype[J].Asian-Australasian Journal of Animal Sciences,2012,25(4):559–568.
[24] KYAWCZYK J,SOKOŁOWICZ Z,SZYMCZYK B.Effect of housing system on cholesterol,vitamin and fatty acid content of yolk and physical characteristics of eggs from Polish native hens[J].Archiv fur Geflugelkunde,2011,75(3):151–157.

Effects of Different Supplementary Feeding Levels on Performance, Egg Quality, Visceral Organ Development and Blood Parameters of Free Range Barred *Luhua* Laying Hens in *Sophora japonica* Grove

XIONG Mangli WU Xujin ZHU Xiaofu ZHANG WenJuan ZHANG Zhaoshun

(*Xianyang Vocational College*, *Xianyang* 712000, *China*)

Abstract: This experiment was conducted to investigate the development and blood parameters of free range barred *Luhua* laying hens in *Sophora japonica* grove, and to determine the suitable supplementary feeding level of the free range barred *Luhua* laying hens in *Sophora japonica* grove. Two hundred healthy 45-week-old *Luhua* laying hens with similar laying performance were assigned to 5 groups with 4 replicates in each group and 10 laying hens in each replicate. Birds were put to the *Sophora japonica* grove for free range rearing, and the supplementary feeding levels were 60%, 70%, 80%, 90% and 100% of free feeding experimental diet, supplementary 100% were fed 90 g/d experimental diet. The pre-experimental period lasted for 7 days, and the experimental period lasted for 70 days. The results showed as follows: 1) the laying rate and average egg weight of the supplementary 60% group were significantly lower than those of other

groups (P<0.05). 2) There were no significantly differences in egg shape index, eggshell thickness, eggshell strength and ratio of eggshell among all groups (P>0.05). The Haugh unit of supplementary 80%, 90% and 100% groups was significantly higher than that of supplementary 60% and 70% groups (P<0.05), the ratio of yolk of supplementary 70% group was significantly higher than that of supplementary 90% and 100% groups (P<0.05), the yolk color of supplementary 60%, 70% and 80% groups was significantly higher than that of supplementary 90% and 100% groups (P<0.05). 3) The liver index and heart index of supplementary 60% and 70% groups were significantly lower than those of other groups (P<0.05), the gizzard index and cecum index of supplementary 60% and 70% groups were significantly higher than those of other groups (P<0.05), the proventriculus index of supplementary 80% group was significantly higher than that of supplementary 70%, 90% and 100% groups (P<0.05), the oviduct weight of supplementary 80% group was significantly higher than that of supplementary 60% group (P<0.05), the follicle total number of supplementary 80% group was significantly higher than that of supplementary 60% and 70% groups (P<0.05). 4) The serum glucose content of supplementary 60% and 70% groups was significantly lower than that of supplementary 80%, 90% and 100% groups (P<0.05), the serum globulin content of supplementary 60% and 70% groups was significantly higher than that of supplementary 80%, 90% and 100% groups (P<0.05), the blood hemoglobin content of supplementary 80% group was significantly higher than that of supplementary 90% and 100% groups (P<0.05), The blood hematocrit of supplementary 70% group was significantly higher than that of supplementary 80%, 90% and 100% groups (P<0.05). In conclusion, the suitable supplementary feeding level of the free range barred *Luhua* laying hens in *Sophora japonica* grove is 70% to 80% of free feeding experimental diet.

Key words: supplementary feeding levels; free range in grove; *Luhua* laying hens; performance; egg quality; viscaral organ indexes; serum biochemical parameters

---

Author, XIONG Mangli, associate professor, E-mail: 397003872@qq.com （责任编辑　武海龙）